

Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri

SKRIPSI



**Dian Permana Putri Ambarsari
31180252**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta**

2022

Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana



Dian Permana Putri Ambarsari

31180252

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

2022

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Permana Putri Ambarsari
NIM : 31180252
Program Studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGARUH PROSES FERMENTASI TEH TAMBI MERAH (*Camellia sinensis var. sinensis*) TERHADAP PERUBAHAN KOMPOSISI KATEKIN, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN ANTIBAKTERI”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 4 November 2022

Yang menyatakan



(Dian Permana Putri Ambarsari)
NIM: 31180252

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi dengan judul:

PENGARUH PROSES FERMENTASI TEH TAMBI MERAH (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) TERHADAP PERUBAHAN KOMPOSISI KATEKIN, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN ANTIBAKTERI

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

DIAN PERMANA PUTRI AMBARSARI

31180252

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada tanggal 3 September 2022

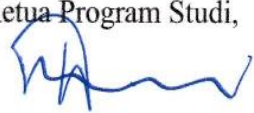
Nama Dosen	Tanda Tangan
1. Dr. Charis Amarantini, M.Si (Ketua Tim Penguji/Dosen Pembimbing I)	
2. Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P. (Dosen Pembimbing II/Penguji II)	
3. Catarina Aprilia Ariestanti, S.T.P., M.Sc. (Penguji III)	

Yogyakarta, 1 November 2022

Disahkan Oleh:


Dekan,

Drs. Guruh Prihatmo, M.S.
NIK: 874 E 055


Ketua Program Studi,

(Dr. Dhira Satwika, M.Sc.)
NIK: 904 E 146

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah
(*Camellia sinensis* var. *sinensis*) terhadap
Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas
Antioksidan, dan Antibakteri

Nama Mahasiswa : Dian Permana Putri Ambarsari

Nomor Induk Mahasiswa : 31180252

Pembimbing Utama : Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P.

Pembimbing Pendamping : Dr. Charis Amarantini, M.Si.

Hari/Tanggal Ujian : 3 September 2022

Disetujui oleh:

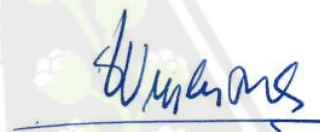
Pembimbing Utama



(Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P.)

NIK: 934 E 209

Pembimbing Pendamping



(Dr. Charis Amarantini, M.Si.)

NIK: 914 E 155

Ketua Program Studi Biologi



(Dr. Dhira Satwika, M.Sc.)

NIK: 904 E 146

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dian Permana Putri Ambarsari

NIM : 31180252

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“PENGARUH PROSES FERMENTASI TEH TAMBI MERAH (*Camellia sinensis var. sinensis*) TERHADAP PERUBAHAN KOMPOSISI KATEKIN, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, DAN ANTIBAKTERI”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggungjawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 1 November 2022



(Dian Permana Putri Ambarsari)

31180252

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu menjadi sandaran, penopang, penghibur, dan tempat pergumulan di sepanjang proses penelitian dan penyusunan skripsi yang dilakukan peneliti. Hanya oleh kekuatan-Nya saja penulis dapat menyelesaikan rangkaian penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains di Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Selama proses tersebut, banyak kesulitan dan tantangan yang penulis hadapi. Akan tetapi, berkat hikmat dan penuntunan Tuhan, tekad yang kuat, usaha keras, dan dukungan berbagai pihak, penulis mampu menyelesaikan seluruh proses tersebut. Sungguh nyata pertolongan dan kedaulatan Tuhan dalam kehidupan penulis. Melalui proses-proses tersebut, baik dalam hal penelitian, penyusunan skripsi, maupun dalam hal pembentukan karakter selama menghadapi proses, penulis menyadari betapa besar kebaikan Tuhan dan tanpa uluran tangan-Nya, penulis tidak akan mampu melakukan semua hal tersebut.

Pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ir. Henry Feriadi, M.Sc., Ph.D. selaku rektor Universitas Kristen Duta Wacana.
2. Drs. Guruh Prihatmo, M.S. selaku dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
3. Tri Yahya Budiarso, S.Si., M.P. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk skripsi maupun untuk menjalani kehidupan sebagai manusia yang tengah beranjak dewasa dengan penuh kasih dari awal hingga akhir.
4. Dr. Charis Amarantini, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan untuk penelitian dan skripsi serta nasihat yang bersifat membangun dengan penuh kasih dan perhatian.

5. Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech, M.Sc. selaku dosen Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana yang membantu dalam memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis selama proses penelitian.
6. Orang tua dan saudara yang terkasih atas cinta dan kasih sayang, semangat, doa, serta berbagai bentuk dukungan yang diberikan kepada penulis selama menghadapi proses meraih gelar sarjana.
7. Segenap *civitas academica* Universitas Kristen Duta Wacana yang telah berjasa dalam membantu penulis untuk mengikuti kegiatan perkuliahan.
8. Yayasan Pelayanan Kasih AA Rahmat (YPKAAR) melalui Adaro Foundation yang telah memberikan kepercayaan beasiswa kepada penulis untuk membantu penulis dalam menyelenggarakan kegiatan perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah memberikan motivasi, dukungan, saran, dan bantuan selama proses penelitian, penyusunan skripsi, dan rangkaian kegiatan dalam proses meraih gelar sarjana sains.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan naskah skripsi berikut. Oleh karenanya, penulis mengharapkan tanggapan dalam bentuk kritik dan saran dari pihak pembaca dalam rangka membantu memperbaiki naskah yang disusun. Akhir kata, penulis berharap agar tulisan yang tertuang dalam naskah skripsi berikut dapat memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan mendatangkan berkat bagi para pembaca sekaligus menjadi bukti nyata kasih setia Tuhan bagi penulis maupun pembaca. Semuanya hanya untuk hormat dan kemuliaan bagi Tuhan Yesus Kristus.

Yogyakarta, 1 November 2022

Penulis,



(Dian Permana Putri Ambarsari)

31180252

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL BAGIAN DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Fitokimia Teh (<i>Camellia sinensis</i>)	5
2.2. Fitokimia Teh Tambi (TB) Merah (<i>Camellia sinensis var.sinensis</i>).....	7
2.3. Kandungan Katekin Teh.....	9
2.4. Fermentasi Teh	15
2.4.1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
2.4.2. Jalur Fermentasi <i>Wine</i>	17
2.4.2.1. Jalur Fermentasi Primer	20
2.4.2.2. Jalur Fermentasi Sekunder	22
2.4.3. Penilaian Karakteristik <i>Wine</i>	23
2.4.3.1. Komponen dan Parameter Penilaian Karakteristik <i>Wine</i>	23

DAFTAR ISI

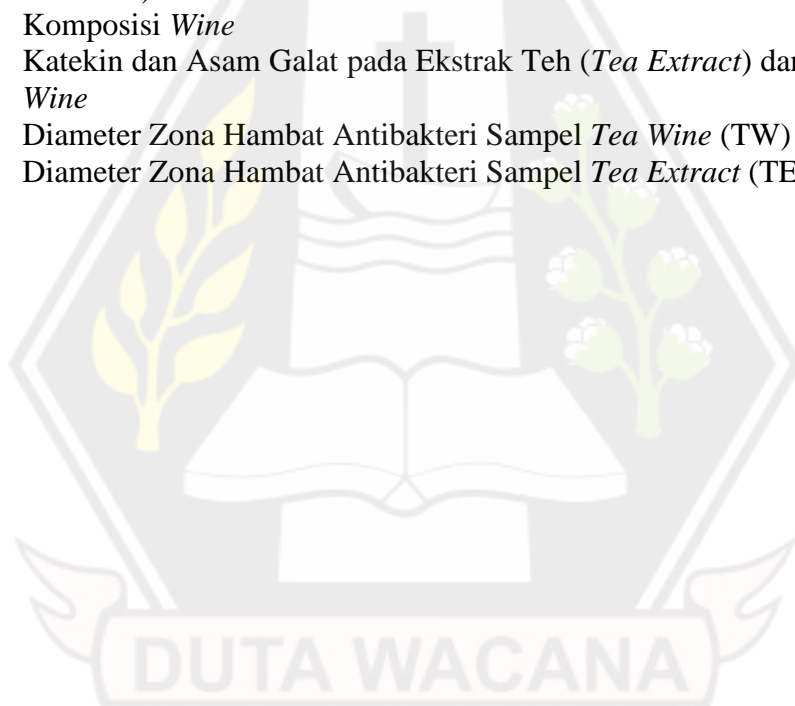
	Halaman
2.4.3.2 Perubahan Komposisi Katekin sebagai Parameter Penilaian Karakteristik <i>Tea Wine</i>	26
2.4.4. Aktivitas Antioksidan Teh	30
2.4.5. Aktivitas Antibakteri Teh	33
2.4.6. Uji Organoleptik	35
BAB III. METODOLOGI	37
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.1.1. Tempat Penelitian	38
3.1.2. Waktu Penelitian	38
3.2. Bahan	38
3.2.1. Pembuatan Produk <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	38
3.2.2. Pengukuran Total Asam Sampel <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	39
3.2.3. Uji Aktivitas Antioksidan	39
3.2.4. Uji Aktivitas Antibakteri	39
3.2.5. Uji Organoleptik	39
3.3. Alat	40
3.3.1. Pembuatan Produk <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	40
3.3.2. Pengukuran Kualitas Sampel <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	41
3.3.3. Uji Aktivitas Antioksidan	41
3.3.4. Uji Aktivitas Antibakteri	42
3.3.5. Uji Organoleptik	42
3.4. Cara Kerja	43
3.4.1. Pembuatan Produk <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	43
3.4.2. Pengukuran Kualitas Sampel <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	46
3.4.3. Uji Aktivitas Antioksidan	49
3.4.4. Uji Aktivitas Antibakteri	50
3.4.5. Uji Organoleptik	53
3.5. Analisis Data	53
3.5.1. Analisis Kualitas <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	53
3.5.2. Analisis Kadar Katekin	54

DAFTAR ISI

	Halaman
3.5.3. Analisis Data Uji Aktivitas Antioksidan	54
3.5.4. Analisis Data Uji Aktivitas Antibakteri	54
3.5.5. Analisis Data Uji Organoleptik	55
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Pengukuran Kualitas Sampel	56
4.1.1. Parameter Kadar Alkohol	56
4.1.2. Parameter pH	60
4.1.3. Parameter Kadar Gula	62
4.1.4. Parameter Total Asam	63
4.2. Pengukuran Perubahan Kadar Katekin <i>Tea Wine</i>	65
4.3. Pengukuran Aktivitas Antioksidan	69
4.4. Pengukuran Aktivitas Antibakteri	72
4.5. Uji Organoleptik	76
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	88

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Senyawa Bioaktif Utama pada Teh	7
2.2.	Perbandingan Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder pada Teh	8
2.3.	Degradasi Kadar Katekin pada Pengolahan Beberapa Jenis Teh	11
2.4.	Komponen Utama Penyusun <i>Theaflavin</i>	12
2.5.	Substansi Katekin pada Beberapa Jenis Teh dari Berbagai Negara Penghasil	12
2.6.	Perbandingan Kandungan Katekin dan Kafein pada Beberapa Bagian Pucuk Teh dalam Persentase (%) Berat Kering	13
2.7.	Perbandingan Kandungan Katekin pada Beberapa Jenis Teh	14
2.8.	Perbandingan Katekin TB Merah Klon 1 (<i>Camellia sinensis</i> var. <i>sinensis</i>) dengan TB Merah Klon 2 (<i>Camellia sinensis</i> var. <i>assamica</i>)	14
2.9.	Komposisi <i>Wine</i>	23
2.10.	Katekin dan Asam Galat pada Ekstrak Teh (<i>Tea Extract</i>) dan <i>Tea Wine</i>	27
4.1.	Diameter Zona Hambat Antibakteri Sampel <i>Tea Wine</i> (TW)	73
4.2.	Diameter Zona Hambat Antibakteri Sampel <i>Tea Extract</i> (TE)	73



DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Struktur Kimia Katekin Teh	10
2.2.	Struktur Gugus Galat Katekin Teh	10
2.3.	Jalur Sintesis Katekin Shikimat (<i>Shikimate Pathway</i>)	10
2.4.	Struktur Kimia Komponen Utama Penyusun Katekin	11
2.5.	Rangkaian Jalur Glikolisis, Siklus TCA (<i>Tricarboxylic Acid</i>), dan Metabolisme Asam Shikimat dengan Biosintesis PEA dan CT	19
2.6.	Jalur Biosintesis Katekin pada Teh (<i>Camellia sinensis</i>)	20
2.7.	Jalur Metabolisme Gula Menjadi Piruvat	21
2.8.	Metabolisme Sentral <i>Yeast</i> pada Proses Fermentasi	21
2.9.	Kromatogram Analisis HPLC Katekin dan Asam Galat pada <i>Tea Extract</i>	28
2.10.	Kromatogram Analisis HPLC Katekin dan Asam Galat pada <i>Tea Wine</i>	28
4.1.	Perubahan Kadar Alkohol Sampel Kontrol (K) dan Perlakuan (SP) selama Proses Fermentasi dan Pematangan (H0 – H30)	57
4.2.	Perubahan pH Sampel Kontrol (K) dan Perlakuan (SP) selama Proses Fermentasi dan Pematangan (H0 – H30)	60
4.3.	Perubahan Kadar Gula Sampel Kontrol (K) dan Perlakuan (SP) selama Proses Fermentasi dan Pematangan (H0 – H30)	62
4.4.	Perubahan Total Asam Sampel Kontrol (K) dan Perlakuan (SP) selama Proses Fermentasi dan Pematangan (H0 – 30)	65
4.5.	Perubahan Komponen Senyawa Katekin <i>Tea Wine</i> (EGCG, ECG, EGC, dan EC) serta Asam Galat selama Proses Fermentasi dan Pematangan (H0 – H30)	66
4.6.	Perbandingan Persentase Aktivitas Antioksidan Sampel <i>Tea Extract</i> (Tanpa Melalui Fermentasi) dan <i>Tea Wine</i> (Melalui Fermentasi dan Pematangan) pada konsentrasi 50 – 100%	69
4.7.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TW pada <i>Staphylococcus epidermidis</i> (Gram Positif)	72
4.8.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TW pada <i>Streptococcus mutans</i> (Gram Positif)	72
4.9.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TW pada <i>Escherichia coli</i> (Gram Negatif)	73
4.10.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TW pada <i>Salmonella typhi</i> (Gram Negatif)	73
4.11.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TE pada <i>Staphylococcus epidermidis</i> (Gram Positif)	74
4.12.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TE pada <i>Streptococcus mutans</i> (Gram Positif)	74
4.13.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TE pada <i>Escherichia coli</i> (Gram Negatif)	74

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
4.14.	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri TE pada <i>Salmonella typhi</i> (Gram Negatif)	74
4.15.	Perbandingan Hasil Uji Organoleptik Sampel I (<i>Tea Wine</i>) dan Sampel II (<i>Grape Wine</i>) dengan Parameter Tampilan, Aroma, Rasa, dan Penerimaan Keseluruhan	77



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
2.1.	Tanaman Teh Tambi (TB) Merah (<i>Camellia sinensis</i> var. <i>sinensis</i>)	88
2.2.	Pucuk Merah Tanaman Teh Tambi (TB) Merah (<i>Camellia sinensis</i> var. <i>sinensis</i>)	88
2.3.	Produk Teh Tambi (TB) Merah yang Telah diolah Menggunakan Prinsip Oksidasi Enzimatis	88
3.1.	Produk Teh Tambi (TB) Merah yang digunakan pada Penelitian	88
3.2.	Formulir Evaluasi Uji Sensoris (Organoleptik)	89
3.3.	Medium Fermentasi (90% Volume Total Sampel)	90
3.4.	Inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	90
3.5.	Inkubasi <i>Starter</i> dalam <i>Shaker</i>	90
3.6.	<i>Starter</i> yang Akan diinokulasikan ke Medium Fermentasi	90
3.7.	Proses Fermentasi <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	90
3.8.	Proses Pematangan (<i>Aging</i>) <i>Tea Wine</i> dan Kontrol	90
3.9.	Hasil Pengunduhan <i>Tea Wine</i>	91
3.10.	Proses Distilasi Sampel	91
3.11.	Pengukuran Kadar Alkohol Menggunakan Alkohol Meter	91
3.12.	Pengukuran Kadar Gula Menggunakan Refraktometer Brix	91
3.13.	Pengukuran pH Menggunakan pH Meter	92
3.14.	Perubahan Warna Sampel pada Pengukuran Total Asam	92
3.15.	Sampel Analisis HPLC Katekin	92
3.16.	Perbandingan Kekeruhan Suspensi Bakteri dengan McFarland	92
3.17.	Hasil Uji Antioksidan pada Sampel <i>Tea Extract</i> (TE)	93
3.18.	Hasil Uji Antioksidan pada Sampel <i>Tea Wine</i> (TW)	93
3.19.	Sampel <i>Tea Wine</i> (TW)	93
3.20.	Sampel <i>Grape Wine</i> (GW)	93
4.1.	Perhitungan Rata-Rata Hasil Pengukuran Kadar Alkohol, pH, Kadar Gula, dan Total Asam	94
4.2.	Rincian Perhitungan Total Asam Sampel	95
4.3.	Hasil Analisis Katekin	97
4.4.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H0 Ulangan I	98
4.5.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H0 Ulangan II	98
4.6.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H0 Ulangan III	99
4.7.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H0 Ulangan IV	99
4.8.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H15 Ulangan I	100
4.9.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H15 Ulangan II	100
4.10.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H15 Ulangan III	101
4.11.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H15 Ulangan IV	101
4.12.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H30 Ulangan I	102
4.13.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H30 Ulangan II	102
4.14.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H30 Ulangan III	103

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
4.15.	Kromatogram Analisis HPLC Sampel H30 Ulangan IV	103
4.16.	Hasil Pengukuran Absorbansi Sampel	104
4.17.	Rincian Perhitungan Aktivitas Antioksidan Sampel	105
4.18.	Persentase Aktivitas Antioksidan Sampel	106
4.19.	Data Hasil Uji Organoleptik	106



ABSTRAK

Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri

DIAN PERMANA PUTRI AMBARSARI

Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) merupakan tumbuhan yang kaya akan polifenol, khususnya katekin yang berperan sebagai senyawa penentu cita rasa, aroma, dan fungsi kesehatan, seperti antioksidan dan antibakteri. Melalui penelitian ini, dilakukan fermentasi TB Merah menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengetahui pengaruh perubahan komposisi *ester catechins* (ECG dan EGCG) menjadi *non ester catechins* (EC dan EGC) serta *gallic acid* (GA) terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri *tea wine*. Perubahan katekin serta aktivitas antioksidan dan antibakteri masing-masing dianalisis menggunakan instrumen HPLC dan metode DPPH serta *well diffusion agar*. Selain itu, dilakukan pengukuran pH, kadar alkohol dan gula, total asam, serta uji organoleptik *tea wine* untuk menilai karakteristik dan tingkat penerimaan produk tersebut. Hasil analisis HPLC menunjukkan adanya penurunan seluruh komponen katekin dan GA yang diduga disebabkan oleh reaksi oksidasi yang berdampak pada ketiadaan aktivitas antibakteri. Meskipun demikian, tetap diperoleh peningkatan aktivitas antioksidan setelah fermentasi. Aktivitas antioksidan *tea wine* tertinggi diperoleh pada konsentrasi 100%, yaitu 80,103% dengan 6,427% lebih unggul dibanding *tea extract* (sebelum fermentasi) pada konsentrasi yang sama. Profil karakteristik *tea wine* yang diperoleh memiliki pH 3,41, kadar alkohol 5,10%, kadar gula 6,20°Brix, total asam 0,20%, serta tingkat penerimaan keseluruhan berdasarkan *hedonic scale* sebesar 4,30 yang lebih tinggi dibanding *grape wine* (3,80).

Kata kunci: Antibakteri, antioksidan, fermentasi, katekin, dan Teh Tambi Merah

ABSTRACT

The Effect of Tambi Merah Tea (*Camellia sinensis var. sinensis*) Fermentation Process of on Changes in Catechin Composition, Antioxidant Activity, and Antibacterial

DIAN PERMANA PUTRI AMBARSARI

Tambi (TB) Merah tea (*Camellia sinensis var. sinensis*) is a plant that is rich in polyphenols, especially catechins as compounds that determine taste, aroma, and health functions, such as antioxidants and antibacterials. Through this research, TB Merah fermentation was carried out using *Saccharomyces cerevisiae* to determine the effect of changes in the composition of ester catechins (ECG and EGCG) into non ester catechins (EC and EGC) and gallic acid (GA) on the antioxidant and antibacterial activity of tea wine. Changes in catechins as well as antioxidant and antibacterial activities were analyzed using HPLC instruments and DPPH and well diffusion agar methods, respectively. In addition, measurements of pH, alcohol and sugar levels, total acid, and organoleptic tests of tea wine were carried out to assess the characteristics and level of acceptance of the product. The results of HPLC analysis showed a decrease in all components of catechins and GA which was expected to be caused by an oxidation reaction that resulted in the absence of antibacterial activity. However, there was an increase in antioxidant activity after fermentation. The highest antioxidant activity of tea wine was obtained at a concentration of 100%, i.e. 80,103% with 6,427% higher than tea extract (before fermentation) at the same concentration. The characteristic profile of tea wine obtained has a pH of 3,41, alcohol content of 5,10%, sugar content of 6,20°Brix, total acidity of 0,20%, and overall acceptance rate based on a hedonic scale of 4,30 which is higher than grape wine (3,80).

Keywords: *Antibacterial, antioxidant, fermentation, catechin, and Tambi Merah Tea*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teh adalah salah satu jenis minuman penyegar yang populer di kalangan masyarakat dunia. Minuman tersebut menduduki posisi kedua sebagai minuman yang paling digemari setelah air mineral (Wei *et al.*, 2018). Teh digemari oleh masyarakat dikarenakan aroma dan cita rasanya yang enak, memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berkhasiat bagi kesehatan, serta berkaitan dengan praktik kebudayaan masyarakat dalam hal mengonsumsi teh (Jilani *et al.*, 2015; Unachukwu *et al.*, 2010). Terdapat beberapa jenis produk teh yang dibedakan berdasarkan metode pengolahan yang digunakan, di antaranya adalah teh hijau (*green tea*), teh hitam (*black tea*), oolong (*oolong tea*), dan putih (*white tea*) (Lelita *et al.*, 2018).

Selain keempat jenis teh tersebut, terdapat jenis produk teh lain, yaitu teh merah atau *red tea*. Teh merah dihasilkan melalui pengolahan pucuk Teh Tambi (TB) Merah klon 1 (*Camellia sinensis var. sinensis*) menggunakan metode pengolahan *black tea*, yaitu fermentasi yang melibatkan reaksi oksidasi enzimatis senyawa polifenol pada pucuk teh (Lelita *et al.*, 2018). Teh tersebut memiliki karakteristik yang khas, di antaranya tumbuh secara terbatas di Indonesia, yaitu hanya di perkebunan milik PT. Perkebunan Teh Tambi Wonosobo, tepatnya di Unit Perkebunan Tanjungsari, memiliki morfologi daun meruncing dengan ujung daun berwarna kemerahan, dan mampu menghasilkan teh dengan warna seduhan kemerahan (Wei *et al.*, 2018). Karakteristik tersebut menjadi pembeda TB Merah dengan teh jenis lainnya.

Secara umum, terdapat kurang lebih 700 senyawa bioaktif pada teh yang berperan dalam menentukan variasi cita rasa dan manfaat kesehatan (Wei *et al.*, 2018). Teh Tambi Merah memiliki kandungan senyawa bioaktif berupa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida (Martono dan Rudi, 2014). Senyawa-senyawa tersebut mampu bekerja sebagai

antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antialergi serta mencegah risiko kanker, penyakit kardiovaskular, dan gagal jantung (Jilani *et al.*, 2015; Martono dan Rudi, 2014). Salah satu senyawa polifenol dari golongan flavonoid yang ditemukan dalam jumlah tinggi adalah katekin. Menurut Martono dan Rudi (2014), TB Merah klon 1 mengandung katekin dalam jumlah yang tinggi dibanding dengan varietas lainnya, yaitu mencapai 17,92%, 11,73%, 14,67%, dan 7,93% berat kering pada bagian peko atau tunas yang belum mekar, daun pertama, daun kedua, serta ruas dan tangkai daun secara berturut-turut.

Katekin tersusun atas empat komponen utama, yaitu *epicatechin* (EC) dan *epigallocatechin* (EGC) serta turunan galatnya, yaitu *epicatechin gallate* (ECG) dan *epigallocatechin gallate* (EGCG) (Wei *et al.*, 2018). Kandungan katekin tersebut berkorelasi dengan kualitas aroma dan cita rasa teh serta efek terapeutik berupa aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Dengan demikian, peningkatan kandungan katekin memicu peningkatan kualitas aroma dan cita rasa serta aktivitas antioksidan yang diperoleh (Martono dan Rudi, 2014). Selain aktivitas antioksidan, katekin, khususnya ECG dan EGCG mampu menghasilkan aktivitas antibakteri. Keller *et al.* (2013) memaparkan bahwa teh dapat digunakan sebagai obat *ethno-botanical* untuk menangani *food-borne illnesses*, disentri, dan memperbaiki kesehatan pencernaan dikarenakan teh mampu menstimulasi enzim amilase dan protease, serta menghambat pertumbuhan patogen pada makanan. Pernyataan tersebut didukung oleh Marchese *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa C, EC, ECG, EGC, dan EGCG mampu melawan bakteri patogen pada makanan dan beberapa di antaranya memiliki efektivitas yang lebih baik dibanding antibiotik tetrasiklin atau vankomisin pada konsentrasi yang sebanding.

Kadar katekin teh dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi dengan melibatkan mikroorganisme tertentu, seperti *yeast*. Proses fermentasi teh yang menghasilkan produk *tea wine* dapat meningkatkan kadar EGC sebagai komponen utama penyusun polifenol, EC, dan asam galat atau *gallic acid* (GA) (Zhang *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020). Peningkatan tersebut dihasilkan melalui degradasi kelompok *ester catechins*, yaitu ECG dan EGCG menjadi *non ester*

catechins, yaitu EC dan EGC yang diikuti dengan pelepasan GA. Oleh sebab itu, degradasi *ester catechins* menghasilkan peningkatan EC, ECG, dan GA. Transformasi tersebut tidak mengubah atau bahkan meningkatkan kapasitas penangkalan radikal bebas katekin teh (Fang *et al.*, 2019).

Dengan demikian, proses fermentasi teh berpotensi menghasilkan produk *tea wine* dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang baik sebagai hasil dari peningkatan kadar polifenol, khususnya katekin selama proses fermentasi. Efektivitas dan signifikansi proses fermentasi teh menggunakan *yeast* dalam mengubah profil senyawa katekin beserta pengaruhnya terhadap tingkat aktivitas antioksidan dan antibakteri dianalisis melalui fermentasi ekstrak TB Merah menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dalam penelitian “Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri” berikut. Penelitian tersebut dilakukan mengingat teh merupakan bahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, serta pangan fermentasi yang tengah memperoleh perhatian masyarakat ditinjau dari efek terapeutik yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Apakah proses fermentasi menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan kadar katekin pada ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) secara signifikan?
- 1.2.2. Apakah proses fermentasi ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan *tea wine* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan *tea wine* dibanding dengan ekstrak teh?
- 1.2.3. Apakah proses fermentasi ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan *tea wine* mampu menghasilkan aktivitas antibakteri?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengetahui signifikansi proses fermentasi menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* dalam meningkatkan kadar katekin pada ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*).
- 1.3.2. Mengetahui efektivitas proses fermentasi ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* dalam meningkatkan aktivitas antioksidan *tea wine* dibanding dengan ekstrak teh.
- 1.3.3. Mengetahui kemampuan proses fermentasi ekstrak Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan *tea wine* dalam menginduksi aktivitas antibakteri.

1.4. Manfaat Penelitian

- 1.4.1. Mengembangkan pemanfaatan Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) yang telah diolah menjadi produk teh seduh dengan prinsip oksidasi yang sebelumnya masih terbatas pada konsumsi seduhan teh sebagai minuman penyegar menjadi produk pangan fungsional berupa *tea wine* melalui proses fermentasi menggunakan *yeast* dengan kandungan nutrisi dan efek terapeutik yang lebih baik.
- 1.4.2. Memperluas pengetahuan bagi pihak peneliti, ilmuwan, maupun masyarakat umum melalui proses penelitian dan publikasi hasil penelitian mengenai potensi fermentasi Teh Tambi (TB) Merah (*Camellia sinensis var. sinensis*) dalam menghasilkan pangan fungsional berupa *tea wine* dengan kandungan polifenol, khususnya katekin dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang bermanfaat bagi kesehatan.
- 1.4.3. Menghasilkan penelitian yang dapat digunakan sebagai acuan maupun landasan teori untuk penelitian lanjutan oleh pihak peneliti lain yang berkaitan dengan topik penelitian yang telah dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui rangkaian penelitian dengan judul “Pengaruh Proses Fermentasi Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) terhadap Perubahan Komposisi Katekin, Aktivitas Antioksidan, dan Antibakteri” diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1. Kesimpulan

- 5.1.1. Proses fermentasi menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae* selama tujuh hari dinilai kurang signifikan dalam meningkatkan kadar katekin pada ekstrak Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) terkait dengan kemungkinan adanya reaksi oksidasi komponen katekin yang menyebabkan rendahnya kadar katekin yang diperoleh.
- 5.1.2. Fermentasi ekstrak Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan secara efektif pada *tea wine* yang dihasilkan dibanding dengan ekstrak teh yang tidak difermentasi sebagai kontrol pada setiap konsentrasi yang digunakan (50 – 100%).
- 5.1.3. Ekstrak Teh Tambi Merah (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) yang difermentasi menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan *tea wine* dengan aktivitas antibakteri pada bakteri gram negatif (*Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*) serta bakteri gram positif (*Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus mutans*) yang sangat rendah, yaitu sebesar 0,000%, sehingga proses fermentasi tersebut dinilai kurang efektif dalam menginduksi aktivitas antibakteri.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan atau penelitian dengan topik yang berkaitan dengan analisis kadar katekin pada teh adalah:

- 5.1.1.** Peneliti perlu memperhatikan suhu dan mekanisme ekstraksi maupun proses lain yang melibatkan pemanasan dalam rangkaian metodologi penelitian yang digunakan untuk mencegah adanya reaksi oksidasi yang memicu degradasi katekin sebagai senyawa utama yang diamati untuk menghindari ketidakakuratan hasil penelitian yang diperoleh, baik dalam hal perubahan komposisi katekin, maupun pengaruhnya terhadap pengujian lain yang dilakukan, dalam hal ini adalah uji antibakteri.
- 5.1.2.** Peneliti perlu melakukan studi literatur yang lebih mendalam mengenai jenis, konsentrasi, dan jangka waktu fermentasi ekstrak teh yang berkaitan dengan perubahan komposisi katekin sebagai senyawa bioaktif yang memberikan efek antibakteri serta strain bakteri yang digunakan dalam uji antibakteri untuk dapat memperoleh hasil penghambatan pertumbuhan bakteri dengan lebih akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. S. S. dan N. M. Aniss. 2020. Quantification of Polyphenols and Antioxidant Activity in Several Herbal and Green Tea Products in Malaysia. In: Norzahir Sapawe dalam *Materials Today: Proceedings of 4th International Conference on Green Chemical Engineering and Technology: Materials Science*. 31(1):A106–A113.
- Anjarsari, I. R. D. 2016. Katekin Teh Indonesia: Prospek dan Manfaatnya. *Jurnal Kultivasi*, 15(2): 99 – 106.
- Apriyantono, A., D., N. L. Fardiaz, Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyo. 1989. *Analisis Pangan: Petunjuk Laboratorium*. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Aroyeun, S. O., O. Olubamiwa, dan M.A.K. Ogunjobi. 2005. Development of Wine From Infused Tea Leaves (*Camellia sinensis*). *British Food Journal*, 107(1): 34 – 41.
- Belmares, R., C. C. E. Juan, R. H. Raul, R. C. Ascension, dan N. A. Christobal. 2004. Microbial Production of Tannase: An Enzyme with Potential Use in Food Industry. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 37: 857 – 864.
- Budiarso, T. Y. dan C. Amarantini. 2017. Pelatihan Fermentasi Wine dari Sari Buah Lokal untuk Membantu Pelayanan Perjamuan Kudus di Gereja. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat 2017. 2(1): A41 – A46, ISSN. 2541-3805.
- Burin, V. M., C. Vinícius, dan T. B. L. Marilde. 2016. Nitrogen Compounds in Must and Volatile Profile of White Wine: Influence of Clarification Process Before Alcoholic Fermentation. *Food Chemistry*, 202: 417 – 425.
- Bo, B., S. Hyunbin, K. Geonhee, dan H. Nam Soo. 2022. Antioxidant and Prebiotic Activities of Laphet, Fermented Tea Leaves in Myanmar, During In Vitro Gastrointestinal Digestion and Colonic Fermentation. *Jornal of Functional Food*, 95: 105193.
- Chan, E. W. C., Y. S. Eu, P. T. Pei, dan P. L. Yon. 2011. Antioxidant and Antibacterial Properties of Green, Black, and Herbal Teas of *Camellia Sinensis*. *Pharmacognosy Research*, 3: 266 – 272.
- Chang, T., J. Hung-Der, L. Wang-De, dan D. Peng-Fu. 2016. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Commercial Rice Wine Extracts of Taiwanese *Allium fistulosum*. *Food Chemistry*, 190: 724 – 729.
- Chauhan, D. S., B. Sanjib, dan K.K. M. Ahmed. 2013. Comparative In Vitro Antibacterial Evaluation of Different Extracts of *Camellia sinensis* Leaves

DAFTAR PUSTAKA

- form Different Geographical Locations in India. *Pharmacognosy Journal*, 5: 87 – 90.
- Demiglio, P. dan J. P. Gary. (2008). The Influence of Ethanol and pH on The Taste and Mouthfeel Sensations Elicited by Red Wine. *Journal of Food, Agriculture, & Environment*, 6(3): 143 – 150 .
- Du L., F. Qiu-Yue, X. Li-Ping, Z. Xin-Qiang, L. Jian-Liang, Y. Jian-Hui, L. Qing-Sheng, A. P. Curt, dan L. Yue-Rong. 2016. Tea Polysaccharides and Their Bioactivities. *Molecules Journal*, 21(1449): 1 – 19.
- Engelhardt, U. H. 2010. *Chemistry of Tea*. Elsevier, German.
- Fang, X., D. Minru, L. Tong, F. Qian'an, L. Zhenlin, Z. Qingping, C. Jianwen, M. Xiaolin, Z. Shiyu, dan W. Jie. 2019. Changes in the Biotransformation of Green Tea Catechins Induced by Different Carbon and Nitrogen Sources in *Aspergillus niger* RAF106. *Frontiers in Microbiology*, 10 (2521): 1 – 12.
- Forino, M., P. Luigi, R. Alessandra, M. Luigi, dan G. Angelita. 2020. How Must pH Affects The Level of Red Wine Phenols. *LWT-Food Science Technology*. 129: 1 – 7.
- Gunam, I. B. W., N. S. A. Ni, dan S. A. Nyoman. 2018. Pengaruh Konsentrasi Starter dan Gula terhadap Karakteristik Wine Salak. *Agrotechno*. 3: 289 – 297.
- Harding, S. A., L. J. Xue, L. Du, B. Nyamdari, R. L. Lindroth, R. Sykes, M. F. David, dan C. J. Tsai. 2013. Condensed Tannin Biosynthesis and Polymerization Synergistically Condition Carbon Use, Defense, Sink Strength, and Growth in *Populus*. *Tree Physiology Advance Access Published December 10*, 1 – 12.
- Hassmy, N. P., A. Jemmy, dan Y. Adithya. 2017. Analisis Aktivitas Antioksidan pada Teh Hijau Kombucha Berdasarkan Waktu Fermentasi yang Optimal. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(4): 67 – 74.
- Jackson, R. S. 2008. *Wine Science Principles and Applications*. Elsevier Inc., California.
- Jilani, H., C. Antonio, B. Reyes, dan H. Moktar. 2015. Biosorption of Green and Black Tea Polyphenols into *Saccharomyces cerevisiae* Improves Their Bioaccessibility. *Journal of Functional Foods*, 17: 11 – 21.
- Li, Y., Z. Shuai, dan S. Yuanming. 2020. Measurement of Catechin and Gallic Acid in Tea Wine with HPLC. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27: 214 – 221.

DAFTAR PUSTAKA

- Lohenapessy, S., B. W. G. Ida, dan I. W. Arnata. 2017. Pengaruh Berbagai Merek *Dried Yeast* (*Saccharomyces* sp.) dan pH Awal Fermentasi Terhadap Karakteristik Wine Salak Bali. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 22: 63 – 72.
- Keller, A. C., L. W. Tiffany, D. B. Corey, dan P. R. Elizabeth. 2013. Antibacterial Activity and Phytochemical Profile of Fermented *Camellia sinensis* (Fuzhuan Tea). *Food Research International*, 53: 945 – 949.
- Kumar, S. dan K. P. Abhay. 2013. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*, 162750: 1 – 16.
- Martono, Y. dan S. Martono. 2012. Analisis Kromatografi Cair Kinerja Tinggi untuk Penetapan Kadar Asam Galat, Kafein, dan Epigalokatekin Galat pada Beberapa Produk Teh Celup. *Agritech*, 32(4): 362 – 369.
- Maicas, S. 2020. The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *MDPI: Microorganism*, 1142(8): 1 – 8.
- Marchese, A., C. Erika, P. S. Anatoly, R. Daniela, M. Luisa, dan D. Maria. 2014. Influence of In Vitro Simulated Gastroduodenal Digestion on The Antibacterial Activity, Metabolic Profiling, and Polyphenols Content of Green Tea (*Camellia sinensis*). *Food Research International*, xxx: 1 – 10.
- Martono, B. dan T. S. Rudi. 2014. Skrining Fitokimia Enam Genotipe Teh. *Jurnal TIDP*, 1(2): 63 – 68.
- Mihafu, F. D., Y. I. Joseph, dan W. K. Moses. 2020. Implication of Sensory Evaluation and Quality Assessment in Food Product Development: a Review. *Food and Nutrition Journal*, 8(3): 690 – 702.
- Moreno-Arribas, M. V. dan M. C. Polo. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer, New York.
- Noriko, Nita. 2013. Potensi Daun Teh (*Camellia sinensis*) dan Daun Anting-Anting *Acalypha indica* L. dalam Menghambat Pertumbuhan *Salmonella typhi*. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 2(2): 104 – 110.
- Nunes, A. R., M. G. Alves, P. I. Moreira, P. F. Oliveira, dan B. M. Silva. 2015. Impact of Green Tea (*Camellia Sinensis* L.) Consumption in Diabetes Mellitus-Induced Neurodegeneration. In *Green Tea and Health: Antioxidant Properties, Consumption, and Role in Disease Prevention*. Chapter: Five. Nova Science Publishers, Portugal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ovihapsany, R. A., M. Akhmad, dan S. Nanik. 2018. Karakteristik Minuman Beralkohol dengan Variasi Kadar Ekstrak Buah Bit (*Beta vulgaris* L.) dan Lama Fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 3(1): 55 – 63.
- Pawignya, H., W. W. Tunjung, P. Datu, dan A. Putra. 2010. Tinjauan Kinetika Pembuatan Rose Wine. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, ISSN 1693 – 4393.
- Perez, D., J. Ines, M. G. Jose, M. H. Jose, dan Q. Amparo. 2021. Screening of *Saccharomyces* Strains for The Capacity to Produce Desirable Fermentative Compounds Under The Influence of Different Nitrogen Sources in Synthetic Wine Fermentations. *Food Microbiology*, 97: 1 – 11.
- Prayoga, M. K., S. Heri, P. R. Vitria, M. Iqbal P. A., M. Hilman, dan Anas. 2022. Quality Diversity of 35 Tea Clones (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) Processed for Green Tea. *Biodiversitas*, 23(2): 810 – 816.
- Rigling, M., L. Zhibin, H. Miriam, P. Julia, Z. Chen, N. Li, F. Rong, dan Z. Yanyan. 2021. Aroma and Catechin Profile and In Vitro Antioxidant Activity of Green Tea Infusion as Affected by Submerged Fermentation with *Wolfiporia Cocos* (Fu Ling). *Food Chemistry*, 361, 130065: 1 – 9.
- Sen, G., S. Nilanjan, N. Moutusi, dan M. Subhasis. 2020. Bioactive Components of Tea. *AFNS*, ISSN 2575-0194.
- Setyaningsih, D., A. Anton, dan P. S. Maya. 2010. *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Sinesio, F. (2005). *Encyclopedia of Analytical Science: Sensory Evaluation*. 2nd Edition. Amsterdam. Elsevier.
- Skotnicka, M., C. W. Joanna, J. Jerzy, dan S. J. Ewa. 2011. The Black Tea Bioactivity: An Overview. *Central European Journal of Immunology*, 36(4): 284 – 292.
- Stewart, G. G. 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Academic Press in an Imprint of Elsevier, New York.
- Suwarno, D. R. Rita, dan H. Indah. 2015. Proses Pembuatan Gula Invert dari Sukrosa Dengan Katalis Asam Sitrat, Asam Tartrat, dan Asam Klorida. *Momentum*, 11(2): 99 – 103.
- Syafriana, V., H. Fathin, V. N. Elsa, L. Nurul, dan Aslamiyah. 2020. Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksana dan Etanol Biji Anggur terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Prosiding

DAFTAR PUSTAKA

- Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19 Gowa, 19 September 2020: 22 – 30.
- Tesfaw, A. dan A. Fassil. 2014. Current Trends in Bioethanol Production by *Saccharomyces cerevisiae*: Substrate, Inhibitor Reduction, Growth Variables, Coculture, and Immobilization. *Hindawi*, 532852: 1 – 11.
- Unachukwu, U. J., A. Selena, K. Adam, T. L. James, dan J. K. Edward. 2010. White and Green Teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): Variation in Phenolic, Methylxanthine, and Antioxidant Profiles. *Journal of Food Science*, 75: C541 – C548.
- Wang, Z., Z. Chengqin, M. Cunqiang, M. Bingsong, W. Jiakai, Z. Binxing, dan X. Tao. 2021. Comparative Analysis of Chemical Constituents and Antioxidant Activity in Tea-Leaves Microbial Fermentation of Seven Tea-Derived Fungi from Ripened Pu-erh Tea. *LWT - Food Science and Technology*, 142: 1 – 7.
- Wei, C., Y. Hua, W. Songbo, Z. Jian, L. Chun, G. Liping, X. Enhua, L. Ying, T. Yuling, S. Guangbiao, S. Jun, C. Haisheng, T. Wei, G. Qiang, L. Yeyun, D. Wei, J. Xiaolan, W. Wenzhao, C. Qi, Z. Shihua, L. Haijing, W. Junlan, W. Ping, L. Penghui, S. Chengying, Z. Fengya, J. Jianbo, H. Bei, S. Dai, S. Mingming, F. Congbing, Y. Yi, L. Fangdong, L. Daxiang, W. Shu, H. Bin, J. Changjun, Y. Ye, X. Tao, Z. Zhengzhu, L. B. Jeffrey, Z. Shancen, dan W. Xiaochun. 2018. Draft Genome Sequence of *Camellia sinensis* var. *sinensis* Provides Insights into The Evolution of The Tea Genome and Tea Quality, *PNAS*, 115: E4151 – E4158.
- Wei, K. L. Wang, C. Zhang, L. Wu, H. Li, F. Zhang, dan H. Cheng. 2015. Transcriptome Analysis Reveals Key Flavonoid 3'-Hydroxylase and Flavonoid 3',5'-Hydroxylase Genes in Affecting the Ratio of Dihydroxylated to Trihydroxylated Catechins in *Camellia sinensis*. *PLOS ONE* 10(9): 1 – 15.
- Zhang, L., S. S. Jânio, M. C. Thiago, B. M. Mariza, A. V. C. Mariana, A. Luciana, W. Yijun, dan G. Daniel. 2019. Multivariate Effects of Chinese Keemun Black Tea Grades (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) on The Phenolic Composition, Antioxidant, Antihemolytic, and Cytotoxic/Cytoprotection Activities. *Food Research International*, 125: 1 – 10.
- Zhang, B., I. P. Violeta, D. Changqing, dan Y. Guoliang. 2021. Distinctive Chemical and Aromatic Composition of Red Wines Produced by *Saccharomyces cerevisiae* Co-Fermentation with Indigenous and Commercial Non-*Saccharomyces* Strains. *Food Bioscience*. 100925: 41.

DAFTAR PUSTAKA

Zoecklein, B. W., K. C. Fugelsang, dan B. H. Gump. 2010. *Practical Methods of Measuring Grape Quality*. Woodhead Publishing Limited, 119 – 121.

